ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

ESSAI
SUR L'ÉTUDE COMPARÉE
DES
PHÉNOMÈNES DE LA VIE
dans les deux règnes organisés.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

Le 29 *août* 1868,

POUR OBTENIR LE TITRE DE PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE

PAR

ERNEST-HENRI TOURLET
Né à Chinon (Indre-et-Loire).
LICENCIÉ ÈS-SCIENCES DE LA FACULTÉ DE PARIS,
INTERNE EN PHARMACIE A L'HÔTEL-DIEU,
LAURÉAT DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE,
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE DE FRANCE,
ET DE LA SOCIÉTÉ D'ÉMULATION POUR LES SCIENCES PHARMACEUTIQUES
ANCIEN ÉLÈVE DU LABORATOIRE DE CHIMIE DU MUSÉUM.

PARIS
A. PARENT, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
31, RUE MONSIEUR-LE-PRINCE, 31
1868

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

ESSAI

SUR L'ÉTUDE COMPARÉE

DES

PHÉNOMÈNES DE LA VIE

dans les deux règnes organisés.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

Le 29 *août* 1868,

POUR OBTENIR LE TITRE DE PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE

PAR

ERNEST-HENRI TOURLET

Né à Chinon (Indre-et-Loire).

LICENCIÉ ÈS-SCIENCES DE LA FACULTÉ DE PARIS,

INTERNE EN PHARMACIE A L'HÔTEL-DIEU,

LAURÉAT DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE DE FRANCE,

ET DE LA SOCIÉTÉ D'ÉMULATION POUR LES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

ANCIEN ÉLÈVE DU LABORATOIRE DE CHIMIE DU MUSÉUM.

PARIS

A. PARENT, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

31, RUE MONSIEUR-LE-PRINCE, 31

1868

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

ADMINISTRATEURS.

MM. Bussy, directeur,
Buignet, professeur titulaire,
Chatin, professeur titulaire.

PROFESSEUR HONORAIRE.

M. Caventou.

PROFESSEURS.

MM. BUSSY	Chimie inorganique.
BERTHELOT	Chimie organique.
LECANU	Pharmacie.
CHEVALLIER	Pharmacie.
CHATIN	Botanique.
A. MILNE-EDWARDS.	Zoologie.
N.	Toxicologie.
BUIGNET	Physique.
PLANCHON	Histoire naturelle des médicaments.

PROFESSEURS DÉLÉGUÉS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

MM. Bouchardat.
Régnauld.

AGRÉGÉS.

MM. Lutz.
L. Soubeiran.
Riche.
Bouis.

MM. Grassi.
Baudrimont.
Ducom.

Nota.—*L'École ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

A Mr le Professeur A. Chatin
Respectueux hommage de son élève
[illegible]

A MON PÈRE, A MA MÈRE

A MES PARENTS

A MES AMIS

A M. E. ARCHAMBAULT

ANCIEN CENSEUR DES ÉTUDES AU LYCÉE DE TOURS.

A M. DE TASTES

PROFESSEUR DE PHYSIQUE AU LYCÉE IMPÉRIAL DE TOURS.

A M. A. BOREAU

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A ANGERS.

Respectueux hommage de leur élève.

A M. BUSSY

MEMBRE DE L'INSTITUT

DIRECTEUR DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

A M. A. CHATIN

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

PHARMACIEN EN CHEF DE L'HÔTEL-DIEU.

A MM. BUIGNET, ALPH. MILNE-EDWARDS ET G. PLANCHON

PROFESSEURS A L'ÉCOLE DE PHARMACIE.

A M. FRÉMY

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE CHIMIE AU MUSÉUM ET A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Respectueux hommage de leur élève.

A M. LE Dr VIGLA

MÉDECIN DE L'HÔTEL-DIEU.

TABLEAU

DES OPÉRATIONS

EXÉCUTÉES DANS LES LABORATOIRES DE L'ÉCOLE.

PHARMACIE.	CHIMIE.
1° Extrait d'opium.	1° Antimoine purifié.
2° Teinture d'extrait d'opium.	2° Beurre d'antimoine.
3° Sirop d'opium.	3° Oxyde d'antimoine cristallisé.
4° Laudanum de Sydenham.	4° Kermès.
5° Morphine.	5° Émétique.

ESSAI

SUR L'ÉTUDE COMPARÉE

DES

PHÉNOMÈNES DE LA VIE

DANS LES DEUX RÈGNES ORGANISÉS





GÉNÉRALITÉS

Lorsque nous parcourons des regards la nature entière, cette nature si vaste et si variée, nous y trouvons de l'air, de l'eau, des pierres, des minéraux, une multitude d'objets qui paraissent avoir toujours existé et dont nous ne pouvons prévoir la fin ; mais, à côté de ces objets, se trouvent des êtres que nous voyons apparaître, se développer, grandir, puis s'arrêter daus leur développement, et enfin subir, dans leur manière d'être, une modification profonde, qui constitue ce qu'on appelle la mort, et, à partir de ce moment, disparaître peu à peu pour ne laisser bientôt aucune trace de leur existence. Les premiers ont été désignés sous le nom de corps bruts; les seconds, sous celui de corps vivants ou corps organisés, car c'est l'organisation et la vie qui les caractérise et les distingue des corps bruts.

Voyons donc ce qu'on entend par ces mots organisation et vie.

L'organisation, ou structure propre des êtres vivants, est caractérisée par une association habilement combinée d'éléments solides et d'éléments fluides, disposés de telle sorte que les premiers limitent des cavités, des canaux dans lesquels se trouvent contenus les seconds.

Cette disposition est en rapport avec le mode d'existence des êtres vivants, et établit un contraste frappant entre eux et les corps bruts. Tout corps vivant est, en effet, constamment le siége d'un mouvement intérieur de composition et de décomposition moléculaire, par suite duquel la matière dont il est formé se renouvelle peu à peu. Sans cesse il incorpore à sa propre substance des molécules qu'il puise au dehors, sans cesse aussi il abandonne et rend au monde extérieur une portion de sa matière constitutive. Or, ce renouvellement continuel de la substance même de l'être vivant explique l'utilité, la nécessité même, de la structure que nous venons de signaler. Pour assurer à un corps vivant une forme quelconque, il lui fallait, en effet, des parties solides ; et pour faire pénétrer dans la profondeur de ses tissus les substances destinées à y être incorporées, de même que pour entraîner au dehors les particules destinées à être rejetées, il lui fallait aussi des fluides, car les fluides (liquides ou gazeux) offrent seuls dans leurs molécules assez de mobilité pour se prêter à un pareil mouvement. Mais encore fallait-il que ces fluides pussent pénétrer partout, dans l'épaisseur des solides, comme à leur surface, et par conséquent ces solides devaient présenter une texture spongieuse et aréolaire, en un mot, offrir la disposition que nous avons indiquée comme caractéristique de l'organisation.

C'est ce mouvement incessant de composition et de décomposition, dont les êtres vivants sont le siége, que Cuvier comparait avec juste raison à un tourbillon à direction constante dans lequel entreraient constamment, pour en sortir bientôt, des molécules toujours de même nature ; c'est encore ce qui faisait dire à ce

grand naturaliste que la forme du corps vivant lui est plus essentielle que sa matière.

Cette sorte de tourbillon constitue le phénomène de la nutrition, dans lequel se résume souvent la vie individuelle toute entière. Tant qu'il se continue, le corps où il s'exerce est vivant ; mais toujours, après une période dont la limite extrême est déterminée pour chaque espèce, ce mouvement s'arrête, le corps vivant meurt.

La mort est donc une suite nécessaire de la vie, et comme les êtres vivants (nous le verrons plus loin) ne peuvent naître spontanément, ils disparaîtraient bientôt de la surface de la terre, si, indépendamment de la faculté de se nourrir, ils n'avaient encore celle de se reproduire, c'est-à-dire d'engendrer des êtres semblables à eux et destinés à les perpétuer dans le temps.

La nutrition et la génération, voilà donc les deux fonctions vitales les plus importantes, celles dont l'existence est générale chez les êtres organisés. Sans la première, la vie individuelle est impossible ; sans la seconde, la vie cesse avec l'individu.

Quant à l'essence même de la vie, quelle est-elle? Les opinions les plus diverses ont été émises à ce sujet ; nous en citerons seulement quelques-unes.

Pour quelques philosophes de l'antiquité, la masse même du corps vivant est inerte, mais recèle un principe animateur répandu dans tout l'univers, principe dont une parcelle donnerait la vie à l'homme, à l'animal, à la plante. Ainsi, d'après eux, le principe de la vie est le même chez tous les êtres organisés.

Nous ne nous arrêterons point aux explications bizarres que Paracelse et Van Helmont ont données des phénomènes de la vie, et nous passerons immédiatement à l'examen des théories chémiatrique et iatromécanique.

Déjà au XVIe siècle, Sylvius, qui doit être considéré comme le

fondateur et le chef du système chémiatrique, ne voyait que des opérations chimiques dans les actes de la vie; bientôt après, l'école iatromécanique, dont Boerhaave est un des plus illustres représentants, expliquait les phénomènes de la vie par les lois de la physique et de la mécanique : l'estomac était simplement un organe triturant; le cœur était comparé à une pompe aspirante et foulante, et tout le système circulatoire à une machine hydraulique; la chaleur animale était le résultat du frottement produit par le jeu de cette machine vivante.

Des idées analogues ont été émises dans ces derniers temps par quelques chimistes allemands, qui ne voient dans les phénomènes de la vie que le résultat de forces physiques et chimiques régissant la matière inerte. Quelques physiologistes ont même été plus loin, en spécifiant la nature de la force physique qui serait la cause de ces phénomènes, et en considérant le fluide électrique comme étant la source initiale de l'activité des corps vivants. C'est évidemment se lancer dans des hypothèses bien hardies, et, pour nous, nous admettrons, avec un grand nombre de physiologistes actuels, que les corps vivants jouissent de propriétés qui leur sont spéciales, propriétés dont nous désignerons la cause inconnue sous le nom de force vitale.

Les êtres vivants sont en très-grand nombre à la surface de la terre. L'examen le plus superficiel suffit souvent pour les diviser en deux groupes que l'on a qualifiés du nom de règnes : l'un renferme des êtres chez lesquels la nutrition et la génération constituent pour ainsi dire les seuls actes de la vie : ce sont les végétaux;

L'autre renferme des êtres qui, indépendamment des organes destinés à l'accomplissement de ces fonctions, possèdent un appareil dont on ne trouve aucune trace dans le règne végétal, c'est l'appareil destiné à les mettre en relation avec le monde extérieur,

c'est le système nerveux, sous la dépendance duquel sont les organes des sens et du mouvement : ces êtres sont les animaux.

Parmi ces derniers se trouve l'homme, dont la supériorité sur les autres animaux est telle, que quelques zoologistes en ont fait un règne à part, le règne hominal. Ce règne, établi d'abord par I. Geoffroy Saint-Hilaire, qui distinguait l'homme des autres animaux par la faculté qu'il a de penser, a été adopté depuis par M. de Quatrefages, qui le distingue surtout par l'existence des facultés morales et de la croyance religieuse. Mais on ne peut observer attentivement les animaux sans s'apercevoir bientôt que certains d'entre eux ont la faculté de penser, que quelques-uns possèdent même la mémoire, peuvent rapprocher, comparer leurs idées, en tirer des conséquences, en un mot, sont intelligents. D'un autre côté on pourrait objecter aux bases de la classification de M. de Quatrefages que nous ignorons ce que seraient les croyances et l'état moral de l'homme qui n'aurait reçu aucune éducation, et que d'ailleurs nous ne pouvons affirmer que ces facultés fassent complétement défaut chez les autres animaux. Cette classification est, du reste, purement philosophique, car, sous le rapport de l'organisation, l'homme ressemble tellement à certains animaux, qu'il est impossible d'en faire non-seulement un règne, mais un embranchement, ni même une classe distincte.

Ayant surtout en vue de comparer ici les fonctions que l'on rencontre à la fois dans les deux règnes, je ne m'arrêterai point à celles qui permettent à l'animal de se mettre en relation avec le monde extérieur, de se mouvoir, de sentir. Le végétal est, en effet, dépourvu de ces facultés ; il est destiné à vivre et à mourir là où il est né, et à supporter, sans pouvoir s'y dérober, toutes les influences des agents extérieurs. Un certain nombre d'entre eux exécutent cependant des mouvements partiels, les uns spontanés, les autres se manifestant sous l'influence d'excitations extérieures. Ces mouvements ont été l'objet des études d'un grand nombre de

physiologistes et d'anatomistes qui y ont vu, les uns un phénomène analogue à la sensibilité des animaux, les autres le résultat d'un simple phénomène physique. Les expériences récentes de M. Paul Bert semblent établir que, dans la sensitive, qui a été le sujet de ses études, les mouvements que la plante exécute spontanément sont dus à une simple action physique et ne sont nullement influencés par les anesthésiques, tandis que ceux qui se manifestent sous l'influence d'une excitation extérieure sont abolis par l'effet des anesthésiques, comparables en cela aux mouvements des animaux. D'un autre côté, les recherches antérieures de M. Leclerc (de Tours) sur la même plante, semblent y prouver l'existence d'un fluide particulier destiné à communiquer les sensations. Il reste certainement encore beaucoup à faire sur cette question ; car, si la sensitive a été souvent étudiée, la plupart des autres plantes sensibles l'ont été beaucoup moins.

Examinons maintenant les fonctions dont nous avons indiqué l'existence comme étant générale chez les êtres organisés, c'est-à-dire les fonctions de reproduction et celles de nutrition.

Reproduction.

La faculté de se reproduire, c'est-à-dire de donner naissance à des individus semblables à eux, appartient, nous l'avons déjà dit, à tout être vivant.

L'animal et le végétal procèdent toujours de parents : le cheval naît toujours d'un cheval ; le chêne d'un chêne. Mais si ce mode de génération est manifestement évident pour les animaux et les végétaux supérieurs, il n'en est plus ainsi pour les représentants les plus dégradés des deux règnes organisés, ou pour ceux qui semblent apparaître spontanément dans des milieux où il n'existait auparavant aucun individu de leur espèce. Leur génération par des parents semble souvent inexplicable au premier abord; aussi,

n'est-il pas étonnant que les philosophes et les naturalistes de l'antiquité aient levé ces difficultés en admettant que les êtres vivants peuvent, dans certains cas (pour les entozoaires par exemple), être engendrés par des êtres ne leur ressemblant nullement, et même, dans d'autres cas, se former sans le concours d'aucun parent, par la combinaison et l'organisation spontanées de particules inertes par elles-mêmes. C'est ainsi qu'ils expliquaient la présence des entozoaires dans le corps des animaux et celle des vers dans les fruits et dans les chairs en putréfaction.

Ces idées ont successivement été renversées par les observations de F. Redi, de Vallisnieri, de Swammerdam, et plus récemment, pour les entozoaires, par les travaux de MM. Siebold, Van Beneden, etc.

Cependant la découverte des infusoires, faite au XVII[e] siècle par Leeuwenhoek, et celle, beaucoup plus récente, des végétaux microscopiques qui produisent les fermentations, vinrent fournir de nouveaux arguments aux partisans de l'hypothèse de la génération dite spontanée; et, malgré les expériences de Spallanzani et celles plus récentes et plus exactes de MM. Schultz, Milne-Edwards et Pasteur, plusieurs naturalistes la défendent encore avec acharnement.

La géologie nous enseigne, il est vrai, que les êtres qui vivent aujourd'hui sur la terre n'y ont pas toujours existé, et que même, dans les âges passés, la population du globe a été souvent renouvelée. Il faut donc admettre alors que les premiers individus de chacune des espèces qui ont apparu à la surface de la terre, aient eu une origine autre que celle de la génération par des parents. On ne peut, en effet, soutenir avec quelques naturalistes que les espèces, d'abord très simples et très-imparfaites, se soient perfectionnées peu à peu pendant les temps géologiques et aient fini par donner naissance à celles qui vivent aujourd'hui. Cette opinion, basée sur ce fait, d'ailleurs d'une exactitude peu rigoureuse, que les espèces que l'on rencontre dans les couches du sol sont de plus en plus par-

faites à mesure qu'on s'approche des temps actuels, est en contradiction avec les faits les mieux établis en zoologie et en botanique. Toutes les observations s'accordent, en effet, à proclamer la permanence actuelle des caractères spécifiques; les variations que nous présentent les animaux domestiques et les plantes cultivées, sont toujours de peu d'importance et disparaissent en général par le retour à l'état sauvage; les trente siècles qui se sont écoulés depuis que les Égyptiens embaumaient des cadavres d'hommes et d'animaux, n'ont apporté aucun changement dans les caractères des espèces qui habitent l'Égypte; et, bien qu'aux époques géologiques, les conditions d'existence à la surface de la terre aient souvent changé, on peut, je crois, admettre avec certitude que jamais les espèces n'ont pu se modifier que dans des limites très-étroites, et toujours insuffisantes pour permettre d'adopter la théorie précédente.

Toutes les espèces qui peuplent la surface de la terre, ou dont les débris gisent dans la profondeur du sol, ont donc été créées, c'est-à-dire formées sans le concours de parents. Faut-il admettre pour cela qu'elles se soient formées spontanément? Non, la matière est incapable par elle-même de s'organiser, de prendre vie; et on ne peut expliquer ces faits qu'en admettant la coopération d'une puissance créatrice dont la nature et le mode d'action sont au-dessus de l'intelligence humaine.

Si donc, aujourd'hui encore, comme aux époques géologiques, quelques êtres apparaissaient sans être précédés de parents, il faudrait voir, dans ces apparitions, une nouvelle manifestation de cette puissance créatrice.

Mais il paraît bien établi qu'aujourd'hui tout être vivant naît d'un autre être semblable à lui.

Les moyens à l'aide desquels les êtres vivants assurent la conservation de leur espèce sont assez nombreux et très-analogues dans les deux règnes.

On peut les rattacher à trois groupes principaux :

1° *Scissiparité ou reproduction par division.* — Un individu étant divisé en deux ou plusieurs parties, chacune d'elles continue à vivre et constitue bientôt un être parfait; c'est donc un moyen de multiplication plutôt qu'un mode de reproduction. La scissiparité se rencontre dans les deux règnes; elle peut être naturelle ou accidentelle.

Dans le règne animal, elle se produit assez souvent normalement : les acalèphes à l'état de strobile, les infusoires, etc., nous en fournissent des exemples; mais elle peut aussi être accidentelle : les expériences de Tremblay sur l'hydre d'eau douce, nous en offrent un des exemples les plus remarquables.

Chez les végétaux, au contraire, très-rarement normale, comme on l'observe chez quelques algues unicellulaires, elle peut se produire accidentellement chez un très-grand nombre d'entre eux. Les *begonia* et quelques autres plantes possèdent cette faculté à un très-haut degré; la multiplication des plantes par boutures n'est en réalité qu'un fait de scissiparité.

2° *Gemmiparité ou reproduction par formation de bourgeons ou de bulbilles.* — L'individu primitif produit sur quelque point de sa surface une excroissance susceptible de donner, en se développant, un individu semblable au premier.

Tantôt le nouvel être ainsi formé reste en connexion avec son parent, les coralliaires nous en offrent des exemples; tantôt, au contraire, il se détache et vit isolément, comme on le voit pour l'hydre d'eau douce.

Ce moyen de multiplication se rencontre aussi chez les végétaux; mais ici le bourgeon, au moment où il se sépare du végétal qui l'a produit, est encore dans un état d'imperfection très-grand; en revanche, il emporte avec lui une grande quantité de matières nutritives, à l'aide desquelles il se nourrit jusqu'à ce qu'il puisse

subvenir lui-même à ses besoins. Ce jeune bourgeon est une *bulbille*. La ficaire, plusieurs *allium* et diverses autres plantes nous en offrent des exemples. Quelques zoophytes (les synhydres) présentent même quelque chose d'analogue.

Je rattache, quoique avec doute, à ce mode de reproduction la formation des zoospores et celle des spores immobiles, sans fécondation préalable, que l'on observe chez un assez grand nombre de cryptogames.

Quant à la multiplication par bourgeons restant attachés au pied mère, elle n'existe dans le règne végétal qu'autant que l'on admet, avec Aristote et Dupetit-Thouars, l'individualité des bourgeons.

3° *Reproduction sexuelle.* — Aucun mode de reproduction n'est aussi général que celui-ci; fréquemment associé aux précédents chez les êtres inférieurs, il existe seul chez ceux qui sont le plus élevés en organisation.

Il nécessite le plus souvent, sinon toujours, le concours de deux éléments différents, l'un mâle, l'autre femelle.

Le végétal étant immobile, ces deux éléments se trouvent ordinairement sur le même individu; chez l'animal, au contraire, le mouvement permettant le rapprochement des sexes, ils sont le plus souvent séparés.

L'élément femelle, que l'on désigne sous le nom d'*ovule*, chez les animaux et les végétaux phanérogames, est constitué, dans ce qu'il a de plus essentiel, par un petit amas de matière organisable.

Chez les animaux, c'est la *vésicule germinative* qu'enveloppent la sphère vitelline, la membrane vitelline et souvent un amas albumineux plus ou moins abondant; il prend naissance dans un organe qu'on appelle l'ovaire.

Chez les végétaux phanérogames, c'est la *vésicule embryonnaire*

qu'entourent le sac embryonnaire, le nucelle et les téguments de ce dernier; l'organe dans lequel il se forme porte également le nom d'ovaire.

Chez les fougères et les prêles, c'est le *globule archégonial*, contenu dans l'organe qu'on appelle archégone.

Chez les algues enfin, l'élément femelle prend naissance dans des cellules qui tantôt diffèrent à peine des autres cellules de la plante, tantôt au contraire, en sont très-distinctes, par exemple les sporanges des *fucus*, des *vaucheria*, etc.

L'élément mâle est constitué, chez les animaux, par de petits corps produits dans les testicules, d'où ils sont éjaculés avec un liquide dans lequel ils se meuvent ordinairement avec plus ou moins de rapidité.

Ce ne sont point des animaux, comme on l'a dit quelquefois, et comme semblerait l'indiquer le nom de *spermatozoïdes* qu'on leur a donné, mais bien des produits de l'organisation jouissant, comme les cils vibratils, de la faculté de se mouvoir, et pouvant conserver leurs mouvements même pendant longtemps, au dehors du mâle, lorsqu'ils se trouvent dans des milieux convenables. Du reste, leur vitalité est en général appropriée aux circonstances dans lesquelles doit s'effectuer la fécondation.

Chez un grand nombre de végétaux inférieurs, des corps analogues aux spermatozoïdes, et comme eux doués de mouvement, les *anthérozoïdes*, se produisent dans des organes spéciaux, auxquels on donne d'une façon générale le nom d'anthéridies. On les trouve notamment dans plusieurs groupes de la classe des algues, dans les mousses, dans les fougères, etc. C'est avec doute que MM. Tulasne comparent aux anthérozoïdes les *spermacies* des champignons, des lichens.

Aucun phanérogame ne possède d'anthérozoïdes. Chez eux l'élément mâle, produit dans l'anthère de l'étamine, se compose de sortes de cellules, les grains de pollen, contenant un liquide mu-

cilagineux, la *fovilla*, dans lequel se trouvent, il est vrai, une multitude de petits corpuscules, mais animés seulement du mouvement brownien.

La nécessité de l'intervention du mâle pour le développement de l'ovule a été constatée depuis longtemps, et l'importance du rôle que joue le spermatozoïde dans l'accomplissement de ce phénomène a été mise hors de doute par les expériences de MM. Dumas et Prévost.

Cependant Siebold semble avoir prouvé que, chez certains animaux, l'œuf peut se développer sans l'intervention de l'élément mâle. Ce phénomène, que ce savant a désigné sous le nom de *parthénogénèse*, s'observe notamment chez les abeilles; leurs œufs non fécondés donnent, paraît-il, toujours des mâles.

Sauf ces quelques exceptions, que des expériences ultérieures feront peut-être rentrer dans la règle commune, le développement de l'ovule exige impérieusement le concours du mâle.

La fécondation est tout aussi nécessaire dans le règne végétal. La parthénogénèse, dont quelques botanistes ont soutenu l'existence chez plusieurs plantes, n'y existe pas; les observations qu'on a fournies à son appui étaient erronées. La découverte d'étamines sur les pieds femelles du *cœlebogyne*, signalée d'abord par M. Baillon, et prouvée définitivement par M. Karsten, a porté le dernier coup à cette théorie.

Quant à la formation des zoopores et des spores immobiles, que l'on observe chez beaucoup de cryptogames, sans qu'il y ait eu fécondation, on peut, je crois, la comparer à une gemmation plutôt qu'à une formation d'ovules.

Ainsi donc, dans la grande majorité des cas, sinon toujours, le concours des deux sexes est indispensable.

C'est rarement au dehors que les deux éléments mâle et femelle se rencontrent. Les poissons parmi les animaux, les *fucus* parmi les végétaux, nous en offrent cependant des exemples.

Le plus souvent l'élément femelle ne quitte l'individu où il s'est produit qu'après avoir subi l'influence du mâle.

Le spermatozoïde est conduit jusqu'à lui par la liqueur avec laquelle il a été éjaculé et par celle qu'il rencontre dans l'organe même de la femelle.

L'anthérozoïde des fougères et des mousses chemine vers l'archégone à la faveur de l'eau qui mouille ces plantes ; celui des algues a également l'eau pour véhicule ; chez les phanérogames, le pollen gonflé par l'humidité du stigmate, sur lequel il est déposé par les vents, par les insectes, ou même par les mouvements de l'étamine, émet son tube pollinique qui, descendant à travers le tissu conducteur du style, pénètre dans l'ovaire, s'insinue dans le micropyle d'un ovule, traverse le tissu du nucelle et arrive au contact du sac embryonnaire.

Que se passe-t-il alors ?

Quelques physiologistes ont pensé que le spermatozoïde, arrivé dans la chambre incubatrice de la femelle, s'y développe pour donner naissance au fœtus. Telle est l'opinion que Geoffroy soutint en 1704, dans sa thèse pour le doctorat en médecine.

Une opinion analogue a été émise de nos jours ; quelques auteurs ont pensé que le spermatozoïde pouvait bien être, chez les vertébrés, le rudiment du système nerveux cérébro-spinal du jeune animal.

On est certain aujourd'hui que ces théories ne sont point fondées, et que, si les spermatozoïdes pénètrent dans la sphère vitelline, comme l'ont prouvé des observations récentes, toute trace de l'existence de ces corpuscules dans l'intérieur de l'œuf ne tarde pas à disparaître.

Une théorie analogue a été formulée par MM. Horkel et Schleiden, relativement à la reproduction des phanérogames. Ces botanistes avancèrent, en effet, que chez ces plantes l'extrémité du tube

pollinique pénètre dans le sac embryonnaire et s'y développe en donnant naissance à l'embyon.

Alors s'éleva à ce sujet une vive discussion, à laquelle prirent part surtout les botanistes allemands, et cette théorie, défendue par les uns (Schleiden, Deecke, Schacht), combattue par les autres (Hofmeister, H. Mohl, etc.) fut définitivement renversée par Schacht lui-même, qui en était resté le dernier et le plus ardent défenseur.

On admet donc aujourd'hui sans contestation (1) que l'action fécondante du tube pollinique se produit à distance, à travers les parois du sac embryonnaire.

Chez les fucacées, les anthérozoïdes viennent s'appliquer à la surface même de la jeune spore; mais, chez les cryptogames pourvus d'archégones, la pénétration des anthérozoïdes dans l'intérieur de cet organe, affirmée par quelques observateurs (Hofmeister, pour les mousses; L. Suminski, pour les fougères), est cependant douteuse; M. Rose, qui a si bien étudié les phénomènes de la fécondation chez ces êtres inférieurs, n'a jamais pu être témoin de ce fait.

M. L. Suminski avait même avancé que l'anthérozoïde, après avoir pénétré dans l'archégone, se développait pour donner naissance à la nouvelle plante. Ce fait est inexact.

Il est très-probable que l'anthérozoïde arrive seulement jusqu'à l'entrée du tube de l'archégone.

---

(1) Cependant un botaniste anglais, M. Henfrey, a dit, en 1856, avoir constaté que, dans le *santalum album*, le contenu du tube pollinique pénètre dans le sac embryonnaire et que la production de l'embryon résulte ainsi du mélange intime des éléments mâle et femelle.

Si l'on considère comme une reproduction sexuelle la conjugation de certaines algues et de certains champignons, il faut admettre que, dans ce cas, il y a aussi mélange intime des éléments mâle et femelle.

Dans tous les cas, qu'il s'agisse d'un animal ou d'une plante, l'élément femelle est bientôt le siége d'un travail qui atteste l'importance de l'acte qui vient de s'accomplir.

La spore du *fucus*, le globule archégonial de la fougère et de la mousse, la vésicule embryonnaire du phanérogame, s'entourent bientôt d'une enveloppe de cellulose.

La cellule ainsi formée est le point de départ de la nouvelle plante; bientôt, en effet, elle se segmente pour donner naissance à l'embryon.

Chez les fougères, les mousses, etc... cette segmentation se continuant sans interruption donne naissance : d'un côté à la tige et à la fronde des fougères; de l'autre à la soie et à l'urne des mousses. Bientôt ces derniers organes (frondes et urnes) produisent par une sorte de gemmation des corpuscules que l'on appelle spores, et qui, placés dans des conditions convenables, se segmenteront à leur tour pour donner naissance à un *proembryon*.

Chez les fougères, c'est sur cette formation elle-même que vont apparaître les organes sexuels, dont nous avons précédemment parlé.

Chez les mousses, il va naître du proembryon, par bourgeonnement, une nouvelle formation qui constituera la petite tige de la mousse, et sur laquelle se montreront les organes sexuels.

La végétation de ces plantes comprend donc deux phases séparées l'une de l'autre, d'un côté par la germination, de l'autre par la formation des spores.

Chez les phanérogames, la vésicule embryonnaire, après s'être segmentée jusqu'à un certain point, constitue l'embryon qui, enfermé sous les enveloppes du nucelle, devenues les enveloppes de la graine, peut souvent rester sous cet état pendant très-longtemps, avant de continuer son développement, c'est-à-dire avant de germer; et toujours pour que le travail de la germination s'opère en lui, il faudra qu'il soit placé dans des conditions con-

venables d'humidité et de température, et en présence de l'oxygène.

Il donnera ainsi directement naissance à un individu parfait et pourvu d'organes sexuels.

Dans le règne animal, le développement de l'ovule présente une très grande analogie avec ce que nous avons étudié chez les fougères et les mousses.

Cependant, dès l'origine, il se produit ici un fait que nous n'avons point constaté chez ces cryptogames. Le vésicule germinative, qui est l'analogue du globule archégonial, disparaît bientôt, après avoir produit le vitellus; et c'est le dernier qui, après la fécondation, va se segmenter pour donner ensuite naissance au jeune. A partir de ce moment, il existe une analogie complète entre le développement de l'animal et celui de la fougère, par exemple. L'individu, produit par la segmentation du vitellus, et que M. H. Milne-Edwards appelle *Métazoaire*, est tout à fait comparable à la fougère, née du globule archégonial.

Comme elle, le métazoaire produit par bourgeonnement un nouveau germe qui, en se développant, va donner le *typozoaire*, c'est-à-dire l'individu parfait, tout à fait comparable au *proembryon* de la fougère, et portant comme lui les organes sexuels.

Chez les animaux supérieurs, ces phénomènes sont difficiles à observer, parce que le métazoaire reste toujours dans un état d'imperfection très-grand et est remplacé par le typozoaire avant de sortir de l'œuf; il n'en produit du reste qu'un seul.

Mais, chez un grand nombre d'animaux inférieurs, le métazoaire atteint un degré de perfection très-grand; il vit un certain temps au dehors de l'œuf, dans le monde extérieur, puis produit par bourgeonnement ou par segmentation un plus ou moins grand nombre de petits germes qui, en se développant, veut donner autant de typozoaires, animaux parfaits et sexués.

C'est cependant toujours, chez les animaux, le typozoaire qui

atteint le plus grand degré de perfection organique, tandis que, chez la fougère, c'est au contraire le métazoaire, c'est-à-dire la forme agame.

Ces phénomènes, que l'on désigne, lorsque la formation du typozoaire se produit au dehors de l'œuf, sous le nom de *génération alternante*, n'ont point été observés chez les phanérogames et même chez un grand nombre de cryptogames.

L'embryon des animaux, peut dans certains cas, comme celui des végétaux, rester longtemps dans l'intérieur de l'œuf, en dehors du corps de l'animal, sans se développer; et de même que la graine pour germer, l'œuf pour éclore, exige le concours de l'air, de la chaleur et de l'humidité.

L'embryon est souvent accompagné dans l'œuf d'un amas de matière nutritive destiné à servir d'aliment au jeune individu. C'est l'albumen de l'œuf, qui prend naissance à l'extérieur du vitellus et l'entoure. L'embryon végétal est très-souvent accompagné aussi lui, sous les enveloppes de la graine, de matières analogues qui lui sont fournies, soit par la substance même de ses cotylédons, soit par une formation spéciale qui, par analogie, a reçu le nom d'albumen, et qui se développe ordinairement dans le sac embryonnaire aussitôt après la fécondation ; très-souvent elle est résorbée avant la maturité de la graine; dans quelques cas, au contraire, elle est accompagnée d'une production analogue, qui a pris naissance dans l'épaisseur même du nucelle. Il peut donc y avoir, dans la graine de certains végétaux, un albumen nucellaire ou externe, et un albumen embryonnaire ou interne, que l'on a quelquefois, mais à tort, comparé au vitellus.

Dès les premiers temps de sa formation, l'embryon présente ordinairement des caractères qui permettent de reconnaître à quelles grandes divisions des deux règnes il appartient, ce qui détruit cette fameuse théorie des arrêts de développement émise

d'abord, je crois, par le Dante, et défendue depuis par d'éminents naturalistes.

Pendant son développement, l'embryon est le siége de phénomènes nombreux et variés, et dont l'étude serait du plus haut intérêt; mais je ne puis évidemment entrer dans ces détails, et j'aborderai maintenant l'étude des phénomènes de la nutrition.

NUTRITION.

Le phénomène de la *nutrition*, dans ce qu'il a de plus essentiel, consiste dans l'introduction de diverses substances dans le tourbillon vital, et l'élimination de certaines autres.

Ce phénomène s'exécute dans les deux règnes organisés d'une façon très-analogue, et le but auquel il tend est toujours le même : l'entretien de la vie. Cependant, les moyens que la nature emploie pour arriver à ce résultat sont souvent très-différents.

Les substances qui doivent alimenter le tourbillon vital et que, pour cela, on désigne sous le nom d'*aliments*, sont assez différentes dans les deux règnes que nous examinons.

Chez les végétaux, en effet, ce sont toujours des gaz, des liquides, ou des solides dissous.

Le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, qui composent tous les tissus végétaux, l'azote que l'on rencontre spécialement dans les parties en voie de développement, sont les aliments essentiels des plantes.

Citons encore le soufre et le phosphore qui entrent dans la composition de quelques-uns de leurs principes, le potassium, le calcium, le magnésium et le fer qui paraissent également nécessaires à l'entretien de la vie végétale, et enfin l'iode, le brome, le chlore et quelques autres corps qui n'ont qu'une importance secondaire, et dont l'existence n'est pas aussi générale.

La plupart de ces éléments, la plante les trouve dans la nature à l'état de combinaisons; ainsi le carbone : elle s'emprunte à l'acide carbonique, qui se trouve à l'état de mélange dans l'air et de dissolution dans l'eau; l'hydrogène lui est fourni par les sels ammoniacaux et par l'eau, ce composé si répandu dans la nature et si utile à l'entretien de la vie. L'acide carbonique et l'eau, en même temps qu'ils apportent aux plantes, le premier, du carbone; le second, de l'hydrogène, lui fournissent aussi l'oxygène qui leur est nécessaire. Quant à l'azote, la plante le rencontre en grande abondance, à l'état de liberté, dans l'atmosphère; cependant, elle ne le puise que rarement à cette source : les sels ammoniacaux et les azotates lui fournissent la majeure partie de celui dont elle a besoin. Pour ce qui est des autres éléments, la plante les puise dans le sol et toujours à l'état de composés solubles.

Les aliments des animaux sont à peu près les mêmes que ceux des végétaux; mais ici l'azote joue un rôle beaucoup plus important; le potassium qui, chez les végétaux, était le plus abondant des métaux alcalins, est ici remplacé par le sodium. Ce sont là les différences les plus importantes que l'on observe dans la nature ou la proportion des principes élémentaires entrant dans la composition des aliments; mais des caractères d'une bien plus haute valeur différencient les substances alimentaires elles-mêmes, c'est-à-dire les formes sous lesquelles sont ingérés les éléments simples qui doivent être assimilés.

C'est presque toujours, en effet (mais non constamment comme l'a soutenu Liebig), à l'état de composé minéral que les végétaux prennent leurs aliments, tandis qu'au contraire les animaux les prennent le plus souvent à l'état de composés organiques, c'est-à-dire de composés engendrés au sein d'un être organisé appartenant soit au règne animal, soit et le plus souvent au règne végétal.

Les aliments dont se nourrissent les animaux peuvent, d'après leur composition et leur rôle physiologique, être divisés en trois

catégories : les aliments minéraux, les aliments albuminoïdes ou plastiques, et les aliments respiratoires, dont les principaux sont les graisses, les fécules et les sucres.

Ces substances alimentaires sont les unes liquides, les autres solides; et, parmi ces dernières, les unes sont solubles, les autres insolubles; or, aucun principe ne pouvant pénétrer dans l'économie animale sans être liquide ou dissous, il faut que les aliments insolubles subissent d'abord une modification qui leur permette de se dissoudre.

Cette opération préliminaire, que nous ne trouvons que dans le règne animal, porte le nom de *digestion.*

Chez les animaux supérieurs, elle s'exécute dans une cavité dont la forme générale est celle d'un tube ouvert à ses deux extrémités; l'une des ouvertures, la bouche, sert à l'introduction des aliments; l'autre, l'anus, sert à l'expulsion du résidu de la digestion ; la partie intermédiaire, dont la disposition est très-variable, offre plusieurs régions ordinairement bien distinctes et appelées à remplir chacune un rôle particulier. C'est dans cette cavité que, chez les animaux supérieurs, après avoir souvent éprouvé une division qui en rend la digestion plus facile, les aliments sont successivement soumis : d'abord à l'action du liquide salivaire qui, par la ptyaline qu'il contient, dissout les aliments féculents en les transformant en dextrine et en sucre; puis, du suc gastrique dont le principe actif, la pepsine, dissout et rend assimilables les substances albuminoïdes; enfin du suc intestinal qui continue l'action de la salive sur les aliments féculents et qui, en même temps, aidé du suc pancréatique et de la bile, divise et émulsionne les corps gras pour en faciliter l'absorption.

Chez un grand nombre d'animaux inférieurs, la cavité digestive n'a qu'une seule ouverture qui sert à la fois de bouche et d'anus; et très-souvent les différentes parties des parois de cette cavité semblent jouer le même rôle dans la digestion ; enfin, chez certains animaux, la surface même du corps paraît jouir de la

propriété de sécréter le liquide digestif, tels sont par exemple les amibes dont la cavité digestive n'est qu'adventive, c'est-à-dire se forme au moment du besoin.

Les phénomènes de la digestion ont été peu étudiés chez les animaux inférieurs, et bien qu'on ignore si la nature emploie chez eux les mêmes moyens que chez les animaux supérieurs, pour dissoudre et rendre assimilables les aliments, il est certain cependant que des transformations analogues doivent avoir lieu et qu'aucune substance ne peut pénétrer dans leur économie sans être fluide ou dissoute.

Les matières alimentaires, ainsi élaborées, sont alors en partie absorbées, tandis que le résidu est rejeté au dehors. L'absorption dont on a cherché à expliquer la cause de diverses manières paraît s'effectuer tantôt par endosmose, tantôt par simple imbibition ; chez les animaux inférieurs elle s'effectue indifféremment par toute la surface de la cavité digestive; chez les animaux supérieurs, c'est surtout l'intestin grêle qui est le siége de cette importante fonction; la faible épaisseur des parois de cet organe, leur vascularité, les villosités dont elles sont garnies, l'étendue considérable qu'offre ordinairement leur surface, sont autant de causes qui favorisent l'absorption du liquide résultant de la digestion des aliments, liquide qui prend dès lors le nom de chyle.

Ce fluide nourricier va alors alimenter le sang veineux en se mélangeant avec lui, tantôt immédiatement au sortir du canal intestinal, tantôt après avoir traversé un système de canaux spéciaux, les vaisseaux chylifères; dans tous les cas, le fluide qui résulte de ce mélange doit, pour devenir apte à porter la vie dans les divers organes, subir l'action vivifiante de l'air; c'est ce phénomène qui constitue la *respiration.*

Les végétaux, nous l'avons déjà dit, ne possèdent point de cavité digestive; leurs aliments leur sont offerts sous une forme qui en permet facilement l'absorption. C'est dans le sol ou dans l'eau,

et à l'aide de leurs racines, que les plantes puisent la majeure partie de ces substances. Mais toutes les portions de la racine ne sont pas égalcment aptes à remplir cette fonction; il y a peu d'années encore on croyait, sur l'autorité de De Candolle, que l'absorption s'effectue par la partie la plus extrême des racines, par celle que ce célèbre physiologiste désignait sous le nom de spongioles et qu'il décrivait comme formée d'un tissu très-lâche, en voie de développement; mais on sait aujourd'hui, grâce surtout aux expériences du physiologiste allemand Ohlert, que l'absorption s'effectue non pas par l'extrémité même de la racine, qui est comme coiffée d'une sorte de calotte, la pilorhize, dont le tissu assez résistant, assez compacte, est impropre à l'absorption, mais bien par la partie située immédiatement au-dessous, partie s'étendant sur une faible longueur et formée d'un tissu très-jeune et très-apte à absorber. Les poils qui garnissent fréquemment cette partie de la racine jouent aussi, d'après M. Gasparrini, un rôle important dans l'absorption,

La localisation des parties absorbantes de la racine a pour cause principale la destruction rapide de l'épiderme de cet organe, qui est remplacé par une formation subéreuse; or, on sait que partout où il y a production de tissu subéreux l'absorption devint impossible.

Les racines s'allongeant constamment, leurs parties absorbantes se déplacent peu à peu et puisent dans le sol qu'elles traversent les matières qu'elles sont susceptibles d'absorber. Du reste, ces substances étant gazeuses, liquides ou dissoutes, ne demeurent point immobiles dans le sol; elles sont fréquemment soumises à des courants de direction diverse, de telle sorte que la partie absorbante de la racine pourrait recevoir, même sans se déplacer, de nouvelles substances alimentaires. Il y a donc là deux causes différentes qui concourent au même but.

Le liquide que les racines ont absorbé constitue dès cet instant la séve; on l'appelle aussi séve ascendante parce qu'une fois ab-

sorbée, elle s'élève par l'effet de causes assez complexes, dont les plus puissantes paraissent être la capillarité et l'évaporation dont les parties aériennes sont constamment le siége ; elle arrive ainsi jusque vers les extrémités de la tige et des rameaux où elle doit subir l'action vivifiante de l'air.

La séve ascendante est, en effet, considérée comme étant impropre à la nutrition ; pour ce motif, on la désigne souvent sous le nom de séve brute. C'est un liquide essentiellement aqueux, dans lequel se trouvent en dissolution les gaz qui composent l'atmosphère et diverses autres substances, la plupart minérales, dont la nature varie avec le terrain et même avec la plante ; les végétaux paraissent, en effet, jouir d'une sorte de faculté élective, en vertu de laquelle : 1° une plante n'absorbe pas en mêmes proportions les diverses substances absorbables avec lesquelles sa racine est en contact, et 2° un même principe n'est pas absorbé en mêmes proportions par les différentes plantes. Cette faculté élective, dont la cause paraît encore inconnue, est du reste complétement aveugle, car la plante, de même que l'animal, absorbe et introduit dans son économie des substances qui peuvent troubler ses fonctions vitales et même amener sa mort.

Les fluides absorbés par les animaux et par les plantes n'ont pas encore, nous l'avons déjà dit, les qualités qui leur sont nécessaires pour servir à la nutrition : ils ne peuvent les acquérir qu'au contact de l'air.

De là l'existence d'une nouvelle fonction, commune à l'animal et à la plante ; la *respiration*, fonction qui se trouve ainsi liée d'une manière très-étroite à l'accomplissement des phénomènes généraux de la nutrition.

Aucun être vivant ne peut s'y soustraire, ni l'habitant des eaux les plus profondes, ni le parasite logé dans l'intérieur d'un autre être vivant, et cela dans les deux règnes organisés et à tous les âges.

Voyons donc quels moyens la nature emploie pour soumettre à l'action vivifiante de l'air les fluides nourriciers des êtres vivants; mais, avant d'aborder cette étude, posons en principe que toujours, pour que l'air puisse agir efficacement sur ces fluides, il faut qu'il n'en soit séparé que par des membranes minces et humides, et que son action sera d'autant plus énergique que les surfaces de contact seront plus étendues.

Ces conditions sont réalisées de diverses manières et à l'aide d'appareils dont la disposition est en rapport avec la nature du milieu dans lequel se trouve l'individu.

Chez un grand nombre d'animaux inférieurs, tous aquatiques, la respiration s'effectue par toute la surface du corps, n'est localisée sur aucun point; mais, lorsque les téguments perdent la finesse et la perméabilité nécessaires à l'accomplissement de cette fonction, ou que la vie de l'animal devient aérienne, on trouve alors des organes spécialement adaptés à l'accomplissement des phénomènes respiratoires.

Si l'animal est destiné à vivre dans l'eau, ce sont des appendices souvent très-ramifiés, dans lesquels le sang pénètre en abondance et n'est séparé de l'eau, où se trouve l'air qui lui est nécessaire, que par les parois très-minces de ces organes. Ces appendices, du reste très-variables dans leur position et leur configuration, sont tantôt complétement à nu et flottant librement dans l'eau qui baigne l'animal; tantôt, au contraire, abrités sous des organes protecteurs plus ou moins puissants; dans tous les cas ce sont des *branchies*.

Un appareil respiratoire ainsi organisé ne serait évidemment d'aucune utilité pour les animaux qui sont destinés à vivre dans l'air, car il se dessècherait et ne pourrait fonctionner. Aussi, trouve-t-on chez eux une modification profonde dans la disposition de cet appareil. La respiration, au lieu d'avoir son siége dans des organes placés à l'extérieur du corps, s'effectue dans des cavités que des orifices étroits mettent en communication avec l'air exté-

rieur. La sang y est séparé de l'air par des membranes que la disposition même de l'appareil entretient toujours humides, et ainsi se trouvent réalisées les conditions nécessaires à l'accomplissement de la respiration. Tel est le principe de la conformation des organes que l'on appelle des *poumons* et de ceux que l'on désigne sous le nom de *trachées*.

Chez les végétaux, l'action de l'air sur les sucs nourriciers est généralement moins localisée. Chez ceux dont la structure est la plus simple, elle s'exerce indifféremment par toute la surface de la plante; on peut donc dire que là, comme chez les animaux inférieurs, la respiration est diffuse. Mais, chez les végétaux dont l'organisation est plus compliquée, ce sont surtout les tissus jeunes ou facilement perméables qui sont le siége de ces phénomènes. Dans les parties vertes, les jeunes tiges et surtout les feuilles, ils acquièrent une intensité et prennent un caractère qui font de ces organes les centres d'élaboration de la séve.

Les plantes, comme les animaux, sont destinées à vivre les unes dans l'eau, les autres à l'air. Or, on observe dans la structure des feuilles des différences qui sont en rapport avec la nature du milieu ambiant.

Les feuilles qui doivent être immergées sont ordinairement minces, très-découpées et dépourvues d'épiderme, de telle sorte que les tissus, qui contiennent les sucs sur lesquels l'air doit agir, sont immédiatement en contact avec l'eau et lui offrent une grande surface. Ces organes que l'on pourrait, avec M. Brongniart, comparer aux branchies des animaux aquatiques, seraient évidemment incapables de fonctionner dans l'air où ils se dessécheraient avec rapidité. Aussi, voit-on la nature faire éprouver aux feuilles aériennes une modification qui rappelle celle qu'elle fait subir aux organes respiratoires des animaux destinés à vivre dans les mêmes conditions : un épiderme couvre la feuille et s'oppose ainsi à la volatilisation des sucs et à la dessiccation de l'organe; mais, comme cet épiderme entrave en même temps l'action

de l'air sur les sucs de la plante, il présente çà et là de petites ouvertures (ostioles des stomates) qui laissent pénétrer l'air dans de petites cavités creusées au milieu du parenchyme de la feuille et comparables aux poumons les plus simples. Ces cavités sont limitées par les cellules qui contiennent le suc de la plante, de telle sorte que ce suc subit facilement l'action de l'air, puisqu'il n'en est séparé que par les parois très-minces de ces cellules.

Ainsi donc, chez le végétal, comme chez l'animal, se trouvent constamment réalisées les conditions que nous avons indiquées comme étant nécessaires pour que l'air puisse agir efficacement sur les sucs nutritifs : d'abord, contact des liquides et de l'air par des surfaces très-étendues et à travers des membranes très-minces; et, en second lieu, pour les êtres à vie aérienne, disposition ayant pour effet d'empêcher la dessiccation des organes dans lesquels doit s'effectuer ce contact.

Voyons maintement quels sont les phénomènes qui se passent dans ces organes, quelles modifications y subissent les fluides nourriciers. Cette étude va vous apprendre que, si la séve brute, si le sang veineux chargé de chyle, ont besoin de subir l'action de l'air pour devenir propres à la nutrition, ce n'est pas toujours pour les mêmes motifs, et qu'il existe souvent une différence énorme dans la nature des modifications que ces deux fluides éprouvent sous l'influence de l'air.

Etudions d'abord ce qui se passe dans le règne animal.

Chez les animaux, les phénomènes appréciables qui se manifestent lors du contact du sang avec le fluide respirable, consistent uniquement en un échange entre les gaz du sang et ceux de l'atmosphère. Cet échange paraît, du reste, se résumer dans l'absorption d'une partie de l'oxygène de l'air et dans l'exhalation d'une certaine quantité de vapeur d'eau et d'une partie de l'acide carbonique que le sang tient en dissolution.

Ces deux phénomènes, absorption et exhalation, paraissent être

complétement indépendants l'un de l'autre et s'effectuer en vertu des lois qui régissent le mélange de gaz et des liquides. Cependant la présence, entre le sang et le fluide respirable, de la membrane qui constitue les parois des vaisseaux sanguins, entrave l'accomplissement de ces phénomènes et en rend les résultats moins nets et plus compliqués qu'ils ne le seraient sans cela.

En même temps, et comme conséquence de l'acte respiratoire, le sang des animaux supérieurs qui, avant d'avoir respiré, était d'un rouge sombre foncé, a acquis une couleur plus claire, plus vive, il est devenu rutilant et constitue dès lors le sang artériel, fluide éminemment nourricier. C'est alors qu'il va se répandre dans les diverses parties du corps et jouer un rôle immense dans l'entretien de la vie. Il va, en effet, déposer dans la profondeur des tissus les matières nutritives dont il est chargé et qui, dans le jeune âge de l'individu sont destinées à accroître les diverses parties du corps; plus tard, elles ne feront que réparer les pertes que l'économie éprouve constamment par suite des combustions incessantes dont elle est le siége.

Les tissus vivants dans lesquels s'opèrent ces dépôts de matières nutritives semblent choisir, parmi les éléments du sang, ceux qui leur conviennent; ils leur communiquent les propriétés qui leur manquent, leur donnent la vie, dont ils sont doués eux-mêmes, en un mot se les assimilent.

Pendant que ce phénomène d'assimilation s'accomplit, le sang entraîne les matériaux usés par le mouvement de la vie et devenus inutiles à l'organisme. En même temps, il subit une autre altération; l'oxygène dont il s'était chargé au contact de l'air est employé en partie à brûler les aliments respiratoires et même une faible proportion de principes azotés. Ainsi modifié dans sa composition, le sang a pris la couleur foncée qu'il avait avant de subir l'action de l'air, il s'est chargé d'acide carbonique, il a perdu une partie de ses principes nutritifs, en un mot, il n'est plus apte à entretenir efficacement la vie, et, pour acquérir de nouveau cette

propriété, il doit recevoir de nouveaux éléments nutritifs et pour cela subir l'action de l'air. C'est alors que le chyle viendra lui apporter les substances élaborées par la digestion; et, qu'ainsi chargé de nouveaux principes nourriciers, il ira dans les organes respiratoires pour y subir l'action de l'air, avant de retourner dans les diverses parties du corps.

Chez les animaux supérieurs, que nous avons spécialement étudiés ici, le fluide nourricier, le sang, parcourt donc un cercle complet. De plus, il est contenu, pendant tout son parcours, dans des vaisseaux à parois bien limitées, et reçoit d'un organe spécial, le cœur, l'impulsion qui lui est nécessaire pour parcourir ce trajet.

Mais, si l'on descend l'échelle zoologique des êtres, on voit bientôt la circulation se simplifier, devenir en partie lacunaire, puis le cœur disparaître; enfin, chez divers animaux très-dégradés, le liquide nourricier reste dans la cavité générale du corps qui remplit en même temps les fonctions d'appareil digestif; de là, il pénètre de proche en proche dans les tissus par imbibition.

Les phénomènes qui résultent de l'action de l'air sur les végétaux sont plus complexes que ceux que nous venons d'étudier dans le règne animal; ils sont, en effet, de deux ordres bien différents.

L'un, connu depuis longtemps, a son siége dans toutes les parties vertes, dans les feuilles notamment, à la surface même de ces organes, dans les plantes submergées; et dans les petites chambres aériennes que nous avons précédemment décrites dans les plantes émergées. C'est là que, sous l'influence de la lumière et à travers les parois des cellules, les sucs de la plante puisent de l'acide carbonique dans l'air et y versent de l'oxygène.

Ce phénomène a été longtemps considéré comme la véritable et la seule respiration des plantes; c'est alors que les chimistes et les physiologistes, frappés de la différence qui existe entre ce phénomène et celui de la respiration animale, virent un antagonisme

complet entre l'action des animaux et celle des végétaux sur l'air atmosphérique, et signalèrent cette action opposée comme une des principales causes de l'invariabilité de la composition de l'atmosphère.

Mais on n'a pas tardé à constater que, dans l'obscurité, ces mêmes organes réagissent sur l'air d'une façon tout à fait inverse, c'est-à-dire identiquement comme les animaux, en absorbant de l'oxygène et dégageant de l'acide carbonique. Ce phénomène paraît, du reste, se produire également à la lumière diffuse et, d'après M. Garreau, il se manifesterait même à la lumière solaire, en même temps que le premier, fait contesté depuis par M. Corenwinder.

Ce mode d'action de la plante sur l'air est beaucoup plus général que le premier, car on le retrouve chez tous les organes colorés, la nuit comme le jour. Les tiges, les racines, les jeunes bourgeons, et surtout les fleurs, sont en effet constamment le siége d'une absorption d'oxygène et d'un dégagement d'acide carbonique.

En résumé, l'action de l'air sur la plante donne naissance à deux phénomènes inverses : l'un de réduction, ne s'opérant que dans les organes verts et à la lumière ; l'autre d'oxydation, ayant son siége dans tous les organes et s'opérant constamment. Le premier de ces phénomènes est désigné sous le nom de *respiration diurne* ou mieux *chlorophyllienne*, parce qu'il ne s'effectue, en général, qu'en présence de la chlorophylle ; le deuxième, sous le nom de *respiration nocturne* ou des *organes colorés*, expressions auxquelles M. Duchartre substitue avec raison celle de *respiration générale*.

Mais, convient-il de considérer comme des phénomènes respiratoires ces deux actes si différents ? Oui, si l'on comprend sous le nom de respiration tout échange de gaz s'effectuant entre l'air et la plante ; non, si l'on veut comparer ces phénomènes à ceux qui se passent dans le règne animal.

La respiration générale de la plante paraît, en effet, produire

sur elle les mêmes phénomènes que la respiration sur l'animal, tandis que la respiration chlorophyllienne est à peu près, pour la plante, ce que l'alimentation est pour l'animal. Comme l'animal, la plante, qui ne reçoit plus d'oxygène, meurt promptement comme asphyxiée ; tandis que celle qui ne reçoit plus de carbone par la respiration chlorophyllienne, ne meurt pas aussi rapidement, mais languit, dépérit, s'étiole, absolument comme le ferait l'animal que l'on priverait d'aliments.

Ceci se conçoit, du reste, en songeant que la plante ne puise dans le sol qu'une très-faible quantité de carbone ; or, ce principe étant de première nécessité pour la constitution du végétal, il faut que la plante le puise ailleurs ; elle l'emprunte à l'atmosphère ; et ce sont les feuilles, ces organes que l'on a si souvent comparés à des poumons, qui se chargent de le rendre assimilable, remplissant ainsi, en réalité, le rôle d'organes de nutrition.

On comprend dès lors la nécessité du parasitisme des plantes privées de chlorophylle : les champignons, les orobanches, les cuscutes, etc. Ces plantes ayant une respiration générale très-active, et ne pouvant par elles-mêmes fixer le carbone de l'atmosphère, périraient promptement si elles ne puisaient sur d'autres végétaux une séve toute élaborée dont elles se nourrissent. De là aussi semble découler la relation qui existe souvent entre ces parasites et la plante qui les porte, un parasite ne pouvant vivre que sur une plante dont la séve peut lui convenir.

Ne doit-on pas également voir une cause analogue dans le parasitisme des rhinanthacées ? Ces plantes paraissent, en effet, contenir des principes éminemment oxydables, et peut-être que leur respiration chlorophyllienne ne suffirait pas à elle seule pour empêcher l'oxydation, la destruction de ces principes, et, par suite, la mort de la plante, si elles n'empruntaient à d'autres végétaux une partie de leur séve élaborée. Mais je n'affirme rien à ce sujet.

Il est cependant des plantes privées de chlorophylle, et dont le

parasitisme n'est pas démontré; tels sont le *neottia nidus avis*, le *limodorum*, dont M. Chatin n'a pu constater l'adhérence avec aucune autre plante.

En résumé, je crois que l'on peut, avec M. Garreau, considérer la respiration chlorophyllienne comme un acte purement nutritif, et la respiration générale comme la vraie respiration des plantes; et en conclure avec M. J. Sachs, à une analogie complète entre la respiration de la plante et celle de l'animal.

Les résultats généraux de l'action de l'air sur les fluides nourriciers sont cependant bien différents dans les deux règnes : chez la plupart des plantes, la respiration chlorophyllienne l'emporte en effet de beaucoup sur la respiration générale. De là résulte que ces plantes fixent du carbone, et que ce sont, en définitive, des êtres réducteurs, tandis que les animaux sont, au contraire, des êtres oxydants. De là résulte aussi que le règne végétal jette dans l'atmosphère plus d'oxygène qu'il n'en absorbe; mais l'influence salutaire qu'on a cru pouvoir en déduire au point de vue de la respiration des animaux, est cependant beaucoup moins importante qu'on ne l'a dit quelquefois.

Quant au dégagement d'hydrogène protocarboné et d'oxyde de carbone, dont M. Boussingault avait cru constater l'existence dans la respiration des plantes aquatiques, il a été nié plus récemment par M. Cloëz.

La séve, tout en faisant avec l'air un échange de gaz, subit en même temps une sorte d'évaporation. Ce phénomène, auquel on a donné le nom de transpiration, a surtout son siége dans les organes pourvus de stomates; cependant il s'effectue en réalité par toute la surface de la plante, de même que chez les animaux l'exhalation de vapeur d'eau, qui a surtout son siége à la surface pulmonaire, s'effectue aussi sur toute la surface du corps.

La séve, une fois élaborée et rendue propre à la nutrition, descend par l'écorce du végétal en suivant, paraît-il, les cellules grillagées de H. Mohl, les cellules cambiformes de Nægeli, les cellules

conductrices de Caspary, cellules tout allongées et à parois minces (Hanstein).

En descendant ainsi, la séve élaborée alimente la zone génératrice, pénètre dans les cellules des rayons médullaires, fournissant partout sur son passage des matériaux organisés aux diverses parties en voie de développement, et enfin va porter aux racines la matière de leur accroissement.

C'est là la théorie généralement admise; mais, à la date de quelques années, un botaniste italien, M. Cantoni, a émis une manière de voir différente, en pensant que l'acide carbonique absorbé par les feuilles se porte, sans être décomposé, jusqu'aux extrémités des racines où il est employé à l'élaboration des matériaux fournis par le sol; d'après cela, la séve ascendante seule serait nutritive.

Il est très-probable que, dans les phénomènes de nutrition, le *latex* ne joue pas un rôle aussi important que celui que M. Schultz lui a attribué, il y a déjà longtemps, en le considérant comme le suc essentiellement nourricier et le comparant au sang des animaux. Plus récemment, M. Trécul, se basant sur ce qu'il existe des communications libres entre les laticifères et les vaisseaux proprement dits, a regardé le latex comme un suc nourricier désoxydé, analogue au sang veineux, suc qui, en passant dans les vaisseaux proprement dits, viendrait s'y oxygéner de manière à représenter ensuite le sang artériel des animaux. Ces faits ont été niés par MM. Dippel et Hanstein, et je crois qu'aujourd'hui, sans connaître d'une façon précise le rôle du latex, on peut dire qu'il ne représente point la séve élaborée, bien qu'il contienne cependant des principes susceptibles d'être assimilés.

L'assimilation, dans le règne végétal, paraît différer assez nettement de ce que nous avons vu dans le règne animal; elle consiste surtout, en effet, dans la formation de nouveaux tissus, ou dans l'élaboration et le dépôt de divers principes dans l'intérieur de tissus existant déjà. Ce mouvement incessant de composition et de décomposition, que nous avons vu s'opérer avec tant d'acti-

vité chez l'animal, est ici beaucoup moins franchement accusé. La substance même des tissus déjà formés ne se désagrége et ne se renouvelle ordinairement que d'une façon insensible.

Quant aux procédés que la nature emploie pour modifier les éléments du sang et surtout de la séve, de façon à en obtenir les produits si divers qui se déposent dans les tissus, c'est là en grande partie le secret de la vie.

Nous avons vu quels sont les aliments des végétaux, à quel état ils sont absorbés, quelles modifications ils éprouvent de la part de l'air pour arriver à constituer la séve élaborée; c'est alors que ces produits subissent, sous l'influence de la vie, des modifications qui ont pour effet de les transformer en carbures d'hydrogène, en cellulose, en matières amylacées, en sucres, en gommes, en corps gras, en matières albuminoïdes, en acides organiques, en alcaloïdes; enfin, c'est de la sorte que prennent naissance tous les produits immédiats que l'on rencontre dans les végétaux.

La manière dont s'engendrent ces nombreux composés constitue, je l'ai dit, le mystère de la vie.

Cependant, les progrès de la chimie organique ont déjà permis d'en obtenir artificiellement un certain nombre, et les beaux travaux synthétiques exécutés dans ces dernières années, nous ont montré que le chimiste peut produire par voie de synthèse, c'est-à-dire en partant des éléments, plusieurs de ces composés qui, selon l'expression ordinaire, sont des produits de la force vitale. Enfin, on connaît aujourd'hui le rôle chimique de la plupart d'entre eux.

Ces résultats inattendus ont permis de préciser les rapports que présentent entre eux ces divers produits de l'organisation et de les classer d'une façon méthodique; ils nous font pressentir par quels moyens on pourra obtenir ceux qu'on n'a pu préparer jusqu'ici; enfin, ils nous font espérer que le jour n'est peut-être pas loin où l'on pourra former par voie de synthèse un grand nombre

d'entre eux. Mais ils ne nous dévoilent point les procédés mystérieux à l'aide desquels la nature les engendre.

Ce sont les matériaux ainsi élaborés par la plante, puis digérés et absorbés par l'animal qui vont servir à alimenter sa combustion respiratoire et à nourrir ses tissus.

Parmi les principes ainsi introduits dans l'économie animale, les uns seront assimilés immédiatement, d'autres ne seront que légèrement modifiés; d'autres, enfin, subiront, sous l'influence de la force vitale, des transformations très-profondes.

Ainsi, les matières albuminoïdes des animaux diffèrent à peine de celles des végétaux ; l'urée, l'acide urique, l'acide hippurique, la cystine, la créatine, la sarcine, les acides cholique et choléique, et divers autres principes paraissent, au contraire, être des produits de la décomposition des matières albuminoïdes.

Les aliments gras sont en partie brûlés, en partie fixés dans les tissus. Les principes sucrés sont en majeure partie brûlés ou transformés en corps gras.

Les composés minéraux, enfin, jouent aussi un grand rôle dans l'alimentation. L'eau va imprégner tous les tissus ; les phosphates de chaux et de magnésie, le carbonate de chaux, vont concourir à la formation des os ; le chlorure de sodium, le carbonate de soude, les phosphates alcalins, l'oxyde de fer, vont entrer dans la composition de plusieurs fluides de l'économie, où leur présence est souvent indispensable.

D'après ce qui précède, on voit que l'animal, en s'assimilant les principes élaborés par le végétal, peut les modifier profondément : la formation des corps gras à l'aide des principes sucrés, mise hors de doute par les expériences de MM. Dumas et Milne-Edwards, en est une preuve irrécusable.

Cependant, en thèse générale, on peut dire que l'animal s'assimile ou brûle les principes élaborés par le végétal. L'herbivore les puise directement dans la plante dont il se nourrit ; puis, après

se les être assimilés, il les cède au carnivore dont il fait la nourriture habituelle.

Sécrétion. — Les phénomènes de la nutrition ne consistent pas seulement, nous l'avons déjà vu, dans l'assimilation des principes nourriciers, mais aussi dans l'élimination de certaines substances.

Le sang chez les animaux, la séve chez les végétaux, sont chargés de ce soin.

Nous avons vu que ce sont eux qui conduisent au dehors la majeure partie des produits gazeux destinés à être éliminés, et qu'ils s'en débarrassent dans les organes où ils subissent l'action de l'air.

Indépendamment de ces gaz, divers autres composés doivent aussi être rejetés de l'économie. Chez les animaux, c'est encore le sang qui va fournir ces produits d'élimination ; ils en sont extraits par divers organes dans lesquels il se distribue à cet effet. Parmi les composés qui sont alors soutirés de la masse du sang, les uns y existent tout formés, tandis que les autres paraissent être élaborés par l'organe lui-même aux dépens des matériaux de ce fluide. Ce phénomène porte le nom de sécrétion, et les organes à l'aide desquels il s'exécute le nom de glandes. Parmi les produits sécrétés par ces organes, les uns doivent rester dans l'économie pour servir à l'exercice de quelque fonction, les autres doivent être expulsés en dehors, c'est-à-dire être excrétés. Dans tous les cas la nature du travail sécréteur est très-peu connue.

Chez les végétaux, on trouve également des produits de sécrétion de deux sortes : les uns sont destinés à rester dans la plante, par exemple les huiles essentielles contenues dans les petites glandes dont sont criblées les feuilles d'un grand nombre d'hypéricinées, de myrtacées, etc. ; les autres sont au contraire rejetés au dehors et, comme exemple de ces derniers, je citerai la substance cireuse qui couvre un si grand nombre de fruits, et que l'on pourrait comparer à la matière grasse qui enduit la surface du corps

d'une multitude d'animaux. Tels sont encore les gommes, les résines, les baumes que certains végétaux laissent exsuder. La nature du travail sécréteur n'est pas plus connue chez le végétal que chez l'animal; souvent même il se lie si intimement aux phénomènes de l'assimilation, qu'un grand nombre de substances amassées dans l'intérieur des cellules, pourraient aussi bien être considérées comme des produits de sécrétion que comme des produits d'assimilation.

Pendant que les phénomènes généraux de la vie s'accomplissent, on voit se manifester, chez les êtres organisés, un certain nombre de phénomènes accessoires qui sont une conséquence des premiers : la production de chaleur, d'électricité et même de lumière.

Chaleur. — La plupart des êtres organisés paraissent produire de la chaleur. Ce phénomène acquiert surtout une grande intensité chez les animaux supérieurs. Les oiseaux sont ceux dont la chaleur propre est le plus considérable ; viennent ensuite les mammifères. Dans ces deux classes, la température du corps ne se ressent pour ainsi dire point des variations de celle de l'atmosphère, ce qui tient d'une part à la grande quantité de chaleur que produisent ces animaux, et d'autre part à la réfrigération occasionnée par la transpiration dont ils sont constamment le siége et qui est d'autant plus active que la température est plus élevée. Ce sont des animaux à température constante (animaux à sang chaud des anciens naturalistes).

Les autres vertébrés produisent aussi de la chaleur, mais trop peu pour contrebalancer l'action des variations de la température atmosphérique; ce sont des animaux à température variable (animaux à sang froid).

Les invertébrés possèdent également une chaleur propre, dont il est souvent facile de constater l'existence lorsqu'ils sont réunis en grand nombre dans un espace limité. C'est surtout chez les insectes qu'on l'observe, et elle y est parfois assez élevée.

La chaleur que produisent les animaux est le résultat des combustions qui s'opèrent constamment en eux; aussi est-elle intimement liée à l'activité de la respiration qui fournit l'élément comburant; les aliments jouent également un grand rôle dans sa production, car ce sont eux qui fournissent l'élément combustible; on conçoit donc que la privation d'aliments entraîne un abaissement dans la température du corps.

L'exercice musculaire active aussi la production de la chaleur; aussi les parties du corps qui en sont le siége ont-elles ordinairement une température plus élevée. Ce fait a été constaté d'abord chez les mammifères; mais il se présente également, et quelquefois même avec des caractères plus tranchés, chez certains invertébrés dont la vie est très-active, notamment chez les insectes, surtout après un long vol; le thorax qui donne attache aux ailes est le siège d'une combustion physiologique très-active, et l'on conçoit dès lors, que sa température soit plus élevée que celle des autres parties du corps.

La chaleur propre des plantes est généralement très-faible; cependant son existence paraît avoir été mise hors de doute par les expériences de Dutrochet.

Dans les circonstances ordinaires, il est très-difficile d'en apprécier l'intensité, parce qu'elle est modifiée par la température de l'air avec laquelle elle tend à s'équilibrer et par celle de la séve ascendante qui, en été, est plus basse que la température du végétal, et en hiver plus élevée. C'est en se mettant à l'abri de ces causes d'erreur, que Dutrochet est parvenu à en constater la présence et à en mesurer l'intensité.

Le phénomène que nous avons étudié sous le nom de respiration générale est sans doute la cause de la chaleur propre des végétaux, car elle paraît être d'autant plus élevée que ce phénomène s'exécute avec plus d'intensité; on a constaté, en effet, que la production de chaleur, quelquefois très-considérable, qui accompagne la germination de la plupart des plantes et la floraison de

quelques-unes d'entre elles coïncide avec une absorption considérable d'oxygène et un dégagement correspondant d'acide carbonique.

Electricité. — Un très-grand nombre d'êtres vivants paraissent produire de l'électricité.

Les recherches de Matteucci et Donné feraient, en effet, supposer que la plupart des animaux sont le siége de courants électriques.

D'un autre côté, les travaux de MM. Becquerel, Donné, Pouillet, Wartmann, Zantedeschi, Baxter, semblent prouver le développement de l'électricité pendant la végétation.

Mais nulle part la production du fluide électrique n'est aussi abondante que chez certains poissons que la nature a dotés pour cela d'un appareil spécial ; tels sont la torpille, le silure, et surtout la gymnote ou anguille électrique, dont les commotions sont assez violentes, paraît-il, pour tuer l'homme et même le cheval.

Lumière. — Aucun être vivant n'est lumineux en plein jour, mais un certain nombre d'entre eux le deviennent dans l'obscurité. Ce fait a été constaté chez un assez grand nombre d'animaux inférieurs, vivant les uns dans l'air, les autres dans l'eau. Parmi les premiers, je citerai la femelle de notre ver luisant et ces taupins des régions chaudes de l'Amérique, que les femmes placent, dit-on, dans leurs cheveux, comme parure; quant aux seconds, il paraît que c'est à leur présence dans certaines mers, qu'il faut attribuer ces merveilleux effets de phosphorescence des eaux, objet d'admiration et de surprise pour le navigateur qui les voit pour la première fois.

Des phénomènes analogues se rencontrent dans le règne végétal; et, quant à leur manifestation, ils peuvent se diviser en deux catégories : les uns ont une durée plus ou moins considérable, et peuvent être comparés à ceux que nous venons de signaler dans

le règne animal ; ce sont les plus nombreux ; on les renconte chez plusieurs agarics, plusieurs *Rhizomorpha* et quelques autres plantes. Les autres consistent dans la production de sortes d'éclairs intermittents, et ont surtout leur siége dans des corolles colorées en jaune orangé ; la fille du célèbre Linné, paraît être la première qui ait signalé ces phénomènes chez la capucine; ils ont été constatés depuis dans le *Calendula arvensis*, le *Papaver orientale,* plusieurs *Tagetes* et diverses autres plantes.

Tous ces phénomènes de phosphorescence sont généralement considérés comme résultant d'une oxydation.

Pour que la vie se continue dans les êtres organisés, il faut, d'après ce que nous avons vu, qu'ils reçoivent du dehors de l'air et des aliments; parmi ces derniers, l'eau surtout est indispensable pour l'entretien de la vie ; et l'on peut dire que l'air et l'eau, ces deux fluides si abondamment répandus dans la nature, sont les principes les plus essentiels à l'accomplissement des phénomènes de la vie. Leur absence entraîne la mort après un temps qui varie avec le mode d'organisation des êtres que l'on considère, et avec le degré de leur activité vitale.

Les animaux supérieurs ne peuvent, en général, résister que peu de temps à la privation de ces fluides ; parmi les animaux inférieurs, il en est aussi qui meurent promptement, en l'absence de l'air ou de l'eau; mais il en est d'autres qui, au contraire, résistent d'une façon surprenante à la privation d'eau, et peuvent se dessécher complétement sans périr; ils paraissent alors morts, mais cet état n'est qu'apparent, et il suffit de leur rendre de l'eau pour que ce fluide, imbibant tous les tissus, rappelle à l'activité la vie de l'animal qui, pendant toute la durée de la dessiccation, était restée latente. Les belles expériences de Spallanzani sur les rotifères et les tardigrades, vérifiées et multipliées depuis par d'habiles observateurs, nous ont révélé ces curieux phénomènes, et M. Doyère nous a appris que les animaux

ainsi desséchés peuvent être portés, sans perdre la faculté de reprendre vie, à une température supérieure à celle de la coagulation de l'albumine.

On sait aussi depuis longtemps que les lichens peuvent, après avoir été desséchés, végéter de nouveau ; les expériences récentes de M. Bureau ont démontré que les fougères possèdent la même propriété, et peuvent même sans périr être chauffées à une température supérieure à 100 degrés, fait tout à fait comparable à celui que nous venons de citer dans le règne animal.

Une température extérieure convenable est également une condition d'existence pour l'être vivant. L'animal et la plante ne peuvent résister à une température trop basse ou trop élevée; mais les limites extrêmes sont assez variables suivant les espèces, et dépendent même des milieux dans lesquels elles se trouvent, de l'état hygrométrique de l'air et de plusieurs autres circonstances.

Il est des animaux qui, à l'automne, lorsque la température de l'air commence à s'abaisser, s'engourdissent et passent tout l'hiver dans une espèce de sommeil profond, d'où ils ne sortent qu'au printemps. Ce phénomène constitue l'hibernation que l'on rencontre surtout dans les groupes renfermant des animaux à température variable, mais que l'on observe aussi chez certains mammifères. Pendant tout le temps de l'hibernation les phénomènes de la vie sont très-ralentis, la respiration est très-peu active, et la combustion physiologique s'effectue aux dépens de la graisse que l'animal a accumulée dans ses tissus pendant l'été. Ainsi engourdis, ils périraient s'ils se trouvaient soumis à un froid trop intense ; aussi ont-ils l'instinct de choisir pour leur demeure d'hiver un lieu qui soit à l'abri des basses températures.

Un phénomène analogue s'observe sous nos climats dans le règne végétal : à l'automne, les arbres perdent leurs feuilles, leur activité vitale se ralentit considérablement, et le végétal reste ainsi engourdi pendant tout l'hiver, pour se réveiller au printemps avec l'animal hibernant.

Après avoir vécu pendant un certain temps, l'animal et la plante vont mourir. Les principes organiques qui constituent leurs tissus ne tardent pas à éprouver la décomposition putride; il se formera de l'eau, de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, de l'acide sulfhydrique et divers autres produits; et la matière des corps organisés, repassant ainsi à l'état minéral, sera de nouveau absorbée par la plante et rentrera ainsi dans le cercle de la vie.

Arrivé aux limites que m'impose mon plan, dans cet essai succinet et bien imparfait, sur l'étude comparée des phénomènes de la *vie végétative* dans les deux règnes organisés, qu'il me soit permis de jeter un coup d'œil en arrière, et de résumer en quelques mots les principaux faits que nous avons étudiés.

Nous avons vu le Végétal et l'Animal naître par des procédés fort analogues, mais présenter plus tard, dans l'accomplissement des phénomènes généraux de la nutrition, des différences assez notables.

Nous avons vu le végétal se nourrir presque exclusivement de substances minérales qu'il absorbe directement dans le sol ou dans l'air; nous l'avons vu les modifier, les élaborer et en former des produits organiques le plus souvent d'une composition très-compliquée; nous l'avons vu pendant tout ce temps ne produire que très-peu de chaleur, dégager de l'oxygène, se comporter en un mot à la manière d'un agent réducteur.

Au contraire, nous avons vu l'animal se nourrir de substances organiques élaborées par le végétal, les modifier par la digestion, puis les brûler ou se les assimiler, et pendant tout ce travail, dégager des produits de combustion, souvent beaucoup de chaleur, en un mot, agir à la façon d'un agent oxydant.

Mais après la mort, l'Animal et le Végétal vont se comporter d'une façon analogue; ils vont éprouver la décomposition putride et restituer à l'atmosphère et au sol les substances minérales que la plante leur avait empruntées et qu'elle va bientôt leur emprun-

ter de nouveau pour les céder à l'animal. La matière passe donc ainsi successivement de l'atmosphère et du sol à la plante, de la plante à l'animal, pour retourner enfin à son point de départ. La génération présente ne s'élève donc qu'aux dépens de la poussière des générations passées, et servira elle-même à nourrir les générations futures.



Vu bon à imprimer,

Le Directeur de l'Ecole de pharmacie,

BUSSY.

Vu et permis d'imprimer,

Pour le Vice-Recteur,

l'Inspecteur de l'Académie de Paris,

Ch. CABOCHE.